

STUDI PERBANDINGAN ENERGI BAHAN BAKAR GASOLINE DENGAN BAHAN BAKAR GAS PADA KENDARAAN BERMOTOR

Ozkar F. Homzah^{1*}, Ambo Intang², Septian Saputrah²

Abstrak: Populasi kendaraan di Indonesia yang berbahan bakar minyak (BBM) setiap tahunnya semakin meningkat sedangkan cadangan minyak sendiri semakin menipis. Kenaikan pemakaian BBM untuk kendaraan tersebut menyebabkan subsidi BBM dan polusi udara juga akan meningkat. Tingginya Harga minyak mentah, menyebabkan pemerintah harus memberikan subsidi BBM. Untuk mengatasi hal tersebut di perlukan bahan bakar alternative yang ramah lingkungan dan lebih efisien sebagai pengganti BBM untuk kendaraan. Salah satu bahan bakar alternatif adalah bahan bakar gas (BBG). Dari pemakaian BBG sudah banyak dilakukan kajian yang memberikan banyak keuntungan yaitu pengurangan pemakaian BBM dan secara langsung dapat mengurangi subsidi BBM serta mengurangi emisi fosil. Bagi pengguna kendaraan akan memberikan keuntungan karena harga BBG lebih murah di banding harga BBM. Dari hasil penelitian antara Gasoline dan Gas dengan menggunakan tipe kendaraan bermotor (mobil) diketahui energi bahan bakar yaitu daya indikator pada mesin berbahan bakar gas lebih kecil 2% sampai 5% di banding dengan mesin berbahan bakar gasoline akan tetapi pemakaian bahan bakar gas lebih efisien sampai dengan 10 % dibanding dengan bahan bakar gasoline.

Kata kunci: Mobil, Alat Converter Kit, daya indicator, konsumsi bahan bakar

Abstract: Vehicle population in Indonesia is fueled oil (BBM), an annually while increasing its own oil reserves dwindling. The increase in fuel consumption for the vehicle is cause the fuel subsidy also the air pollution. The high price of crude oil, causing the government should provide subsidies. To overcome this problem in need of alternative fuels that are environmental friendly and more efficient as a substitute fuel for vehicles. One of the alternative fuel is fuel gas (CNG). From the use of CNG has been done study that provides a lot of advantages, such as will reduction of fuel consumption and could directly reduce the subsidies of fossil fuels and air pollutant. For vehicle users is the fuel price because the price of CNG is cheaper to the price of fossil fuel. The results of this research between Gasoline and Gas by using cars are known to fuel energy is the power indicator on the gas-fueled engine is smaller 2% to 5% compared with gasoline-fueled engine. However, the fuel consumption of gas more efficiently to by 10% compared with gasoline fuel.

Keywords: Cars, Converter Tool Kit, power indicator, fuel consumption.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan permintaan energi untuk sektor transportasi dari tahun ke tahun terus meningkat diberbagai kawasan, di mana bahan bakar merupakan jenis energi yang masih sangat dominan untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Perkembangan perekonomian yang terjadi di suatu Negara secara signifikan berdampak

kepada naiknya konsumsi bahan bakar minyak untuk sektor transportasi. Berbagai kendala masih menjadi hambatan dalam pengembangan pemanfaatan energi non minyak di sektor transportasi di berbagai Negara yang pada akhirnya menjadikan harga energy non minyak untuk sektor ini menjadi tidak kompetitif dibandingkan dengan harga bakar minyak. Salah satu energi alternatif yang dikembangkan untuk

1) Dosen Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu

2) Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Taman Siswa Palembang

sektor transportasi adalah bahan bakar CNG (*Compressed Natural Gas*) yang berasal dari gas alam.

Pengembangan teknologi CNG ini merupakan salah satu upaya untuk melakukan diversifikasi dan konversi energi meningkat semakin menipisnya cadangan minyak bumi. Beberapa keuntungan dari pemanfaatan CNG, di samping ramah lingkungan, mesin lebih awet dan bersih, harga murah dengan oktan mencapai 120. Namun dalam perkembangannya, pemanfaatan CNG yang syarat dengan teknologi menjadi hambatan bagi kemajuan pemanfaatan CNG sehingga program ini belum dapat berjalan sebagaimana yang diharapkan.

Hambatan tersebut diterima baik oleh produsen atau supplier gas maupun konsumen yaitu investasi peralatan kompresor yang relatif mahal dan masih diimport, jumlah SPBG terbatas, margin yang kurang menarik bagi investor. Sedangkan disisi konsumen hambatan yang timbul antara lain keterbatasan SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas), harga *Conversion kit* BBG yang relatif mahal dan kapasitas ruang bagasi kendaraan menjadi kurang dengan adanya tangki BBG dan kekhawatiran terjadinya ledakan tangki BBG

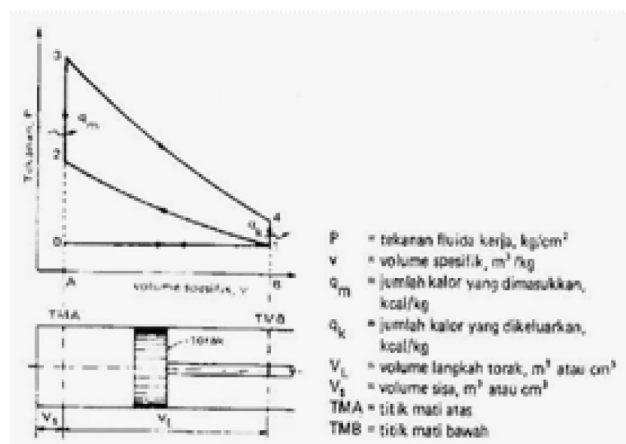
Pengembangan CNG merupakan salah satu alternatif penyalarsan Program Kebijakan Pemerintah yang tertuang dalam Program Perencanaan Nasional (Propenas) 2000-2004 . Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi energi dari bahan bakar gasoline dengan bahan bakar gas (CNG) terhadap varisasi putaran mesin. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan acuan lanjutan dari pemakaian kendaraan bermotor untuk memulai menggunakan jenis bahan bakar hemat energi yaitu konsumsi energi yang lebih rendah.

LANDASAN TEORI

Motor bakar torak adalah motor bakar yang menggunakan silinder dan di dalamnya

terdapat torak atau piston yang bergerak secara translasi. Di dalam silinder ini atau ruang bakar yang terletak di kepala silinder akan terjadi proses pembakaran antara bahan bakar dan udara. Energi thermal hasil dari pembakaran ini akan menggerakkan torak yang dihubungkan ke poros engkol dengan batang penghubung.

Pada umumnya untuk menganalisa motor bakar bensin dipergunakan dalam silinder dan percikan bunga api sehingga terjadi penyalaan. Berikut ini gambar diagram volume konstan dengan grafik P vs V.



Gambar 1. Diagram Tekanan terhadap Volume Konstan

Pada gambar 1 menjelaskan tentang sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut (Wiranto, Arismunandar, 1983);

1. FLuida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) ialah proses insentropik.
4. Proses pembakaran volume-konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume-konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses inseptropik.
6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume-konstan.

7. Langkah buang (1-6) ialah proses tekanan-konstan
8. Siklus dianggap tertutup, artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama.

Parameter perhitungan performansi dan Efisiensi pemakaian bahan bakar pada motor bakar, meliputi:

Daya Indikator (\square_i)

Merupakan daya yang dihasilkan dalam silinder motor sehingga merupakan basis perhitungan atau penentuan efisiensi pembakaran atau besarnya laju panas akibat pembakaran di dalam silinder (Willard W. Pulkrabek, 2003).

$$\square_i = \frac{W_{nettt} \times N}{n} \quad (1)$$

dimana :

- \square_i = daya indikasi (kW)
- N = putaran mesin (putaran/detik)
- n = jumlah putaran dalam satu siklus, untuk empat tak, $n = 2$ (putaran/siklus)

Konsumsi bahan bakar (Sfc)

Konsumsi bahan bakar didefenisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dikonsumsi persatuan unit daya yang dihasilkan perjam operasi. Secara tidak langsung konsumsi bahan bakar spesifik merupakan indikasi efisiensi mesin dalam menghasilkan daya dari pembakaran bahan bakar (Willard W. Pulkrabek, 2003);

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}_b} \dots\dots\dots (2)$$

$$mf = \frac{\square_f \times N \times \text{jumlah silinder}}{n}$$

dimana :

- sfc = konsumsi bahan bakar spesifik (g r/kwh)
- Af = laju aliran rata – rata bahan bakar (kg/detik)
- mf = massa bahan bakar (kg)
- m_a = massa udara (kg)

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memperoleh data yang diinginkan, maka penelitian ini dilaksanakan di Astra Daihatsu Motor Training Center Palembang . Proses pengambilan data dilakukan sebanyak 1 kali untuk 2 jenis bahan bakar, gas dan gasoline (Data sheet dari PT.Astra Daihatsu Motor, 2014) pada tabel 1. Pengambilan data dilakukan pada bulan April 2014. Data yang telah diambil menggunakan alat *converter kit*, untuk mendapatkan data torsi untuk tiap putaran mesin.

Metode yang digunakan adalah deskriptif analitis, karena penelitian ini bertujuan mendeskripsikan data yang diperoleh baik dari rujukan maupun dari lapangan yang kemudian dianalisis. Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data didapat dari tempat pengujian di Astra Daihatsu Motor Training Center Palembang dan sumber yang terkait.

Tabel 1. Data Spesifik Mobil Daihatsu

Data	Satuan	3SZ-VE DOHC VVT-i Berpendingin air
Kapasitas silinder	(cc)	1495
Jumlah katup		16
Diameter x langkah	(mm)	72.0 x 91.8
Tenaga maksimum	(ps/rpm)	109/6000
Torsi maksimum	(kg - Nm/rpm)	14.4/4.400
Sistem bahan bakar		EFI (Electronic Fuel Injection)
Jenis bahan bakar		Bensin Tanpa Timbal
Kapasitas tangki bahan bakar	(Liter)	45
Rasio Kompresi		10:1

Alat Converter Kit

Pada mesin menggunakan bahan bakar gas terdapat komponen yang tidak terdapat pada mesin bensin, diantaranya :

1. Tabung bahan bakar gas (*CNG Cylinder*).
2. High pressure pipe (*Tubing*).
3. Pecampur bahan bakar (*Mixer/injector*).
4. Sambungan pengisian (*Filling valve*).
5. Alat emutus otomatis (*Solenoid valve*).
6. Peralatan control tekanan gas (*Pressure gauge*).
7. Tombol penggantian bahan bakar dan indikator volume bahan bakar gas elektronik (*Selector Switch*).

Sistem kerja dari converter kit, bahan bakar gas diisi ke tabung melalui filling system atau disebut juga filling valve dengan tekanan 200 bar (*Data sheet* dari PT. Pertamina Gas Area SumBagSel, 2014). Kemudian dari tabung penyimpanan Gas dialirkan melalui pipa tekanan tinggi (*High Pressure Pipe*), kemudian menuju regulator (*gas reducer*) untuk diturunkan tekanan gas. Setelah diturunkan tekanan gas tersebut mengalir menuju gas valve (*injector*) dan dikontrol oleh gas kontrol (*electronic computer unit*) kemudian mengalir ke dalam intake manifold dan selanjutnya masuk ke dalam ruang bakar.

Komponen *converter kit* merupakan gabungan dalam satu perangkat peralatan maupun terpisah. Secara garis besar fungsi dari komponen peralatan diatas sebagai berikut :

1). Regulator

Regulator ini berfungsi untuk menurunkan tekanan dari tangki penyimpanan BBG yang bertekanan tinggi sehingga tekanan yang masuk ke ruang bakar sesuai dengan kebutuhan kendaraan tersebut.

2). Solenoid Valve

Solenoid Valve yang mampu bekerja pada berbagai macam fluida, seperti gas, uap, air, udara, dan lain-lain yang berfungsi sebagai membuka penutup aliran gas.

3). Pressure Gauge

Pressure gauge berfungsi sebagai alat petunjuk tekanan gas yang berada di tabung/tangki sampai ke regulator.

4). Injector

Injector berfungsi sebagai alat pencampur gas dengan udara sebelum masuk ke dalam intake manifold dan masuk ke dalam ruang bakar.

5). Selector Switch

Berfungsi sebagai indikator untuk mengganti atau berpindah bahan bakar dan sebagai indikator volume gas pada cylinder (tangki penyimpanan).

6). CNG Cylinder

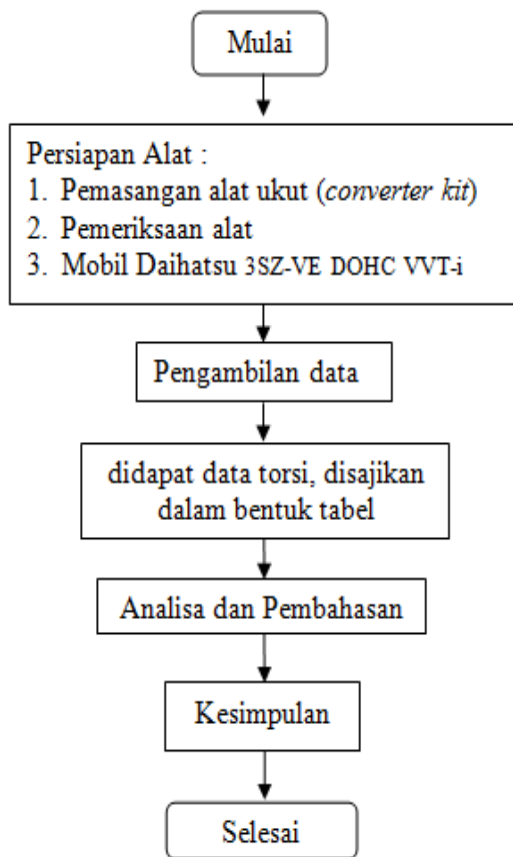
Berfungsi sebagai tempat penyimpanan gas dengan tekanan 200-250 bar.

7). High Pressure Pipe (Tubing)

Berfungsi sebagai alat penyaliran gas tekanan tinggi dari cylinder ke regulator.

Diagram Alir

Gambar 2, mengilustrasikan awal penelitian dilakukan persiapan alat, dimana alat yang disiapkan adalah *Converter kit*. Pemasangan converter kit berfungsi agar dapat menggunakan bahan bakar gas (BBG). Kemudian melakukan pengambilan data torsi untuk kedua jenis bahan bakar gas dan gasoline pada putaran mesin 1500 rpm hingga 7000rpm, seperti pada tabel 2 (*Data sheet* dari PT.Astra Daihatsu Motor, 2014). Lalu pengolahan data dengan cara melakukan perhitungan dengan menetapkan nilai kalor atau persenyawaan kimia dari gasoline dan gas, kemudian menghitung daya mekanis penggunaan bahan bakar. Kemudian menganalisa hasil yang didapat dan membandingkan pemakaian antara dua bahan bakar ini, dan menyimpulkan hasil yang didapat dan selesai.



Gambar 2. Diagram alir Penelitian

Tabel 2. Data torsi terhadap putaran mesin

Putaran Mesin (RPM)	Torsi (N/m)	Torsi (N/M)
	Bahan Bakar Gasoline	Bahan Bakar gas (CNG)
1500	118,4	114,4
2000	124,0	120,0
2500	131,2	128,2
3000	139,2	133,5
3500	145,7	138,8
4000	142,2	135,8
4500	141,4	134,4
5000	140,5	135,6
5500	136,2	130,2
6000	132,2	124,3
6500	121,4	113,2
7000	108,0	104,2

Perhitungan Daya, Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi untuk Bahan bakar gas dan Gasoline

Bahan Bakar Gasoline

Daya indikator

Merupakan daya yang dihasilkan dalam silinder motor sehingga merupakan basis perhitungan atau penentuan efisiensi pembakaran atau besarnya laju panas akibat pembakaran di dalam silinder. Besarnya harga daya indikator (W_i), pada putaran 3500 RPM dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W_i = \frac{0,7941733 + \frac{3500}{60}}{2}$$

$$\begin{aligned} &\text{Untuk 4 silinder} \\ &= 23,1633747 \text{ kW} \times 4 \\ &= 92,6534987 \text{ kW} \end{aligned}$$

Konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc)

Secara tidak langsung konsumsi bahan bakar merupakan indikasi efisiensi dalam menghasilkan daya dari pembakaran bahan bakar. Laju aliran bahan bakar sebesar 0,00001836 kW, dan daya poros sebesar 0,0000334 kW maka konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 3500 RPM diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} sfc &= 0,0000334 \times \frac{3500}{60} \times 0,5 \times 4 \\ &= 0,00007300578 \text{ kg/kw-detk} \\ &= 262,81994 \text{ gram/kw-jam} \end{aligned}$$

Bahan Bakar Gas

Daya indikator

Merupakan daya yang dihasilkan dalam silinder motor sehingga merupakan basis perhitungan atau penentuan efisiensi pembakaran atau besarnya laju panas akibat pembakaran di dalam silinder. Besarnya harga daya indikator

(W_i), pada putaran 3500 RPM dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W_i = \frac{0,4535213 + \frac{3500}{60}}{2}$$

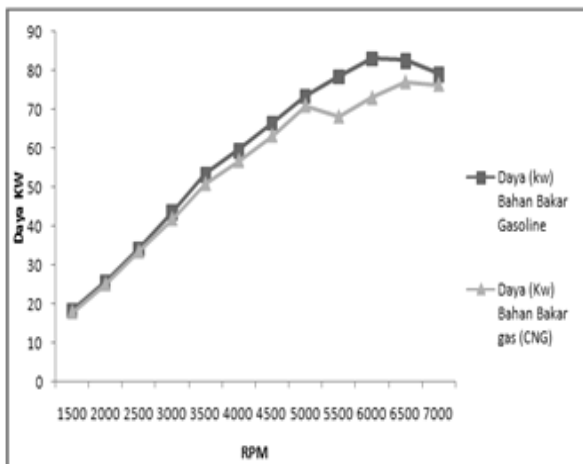
Untuk 4 silinder
 = 13,2276970 kW x 4
 = 52,910778 kW

Konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc)

Secara tidak langsung konsumsi bahan bakar merupakan indikasi efisiensi dalam menghasilkan daya dari pembakaran bahan bakar. Laju aliran bahan bakar sebesar 0,00001836 kW, dan daya poros sebesar 50,8470376 kW maka konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 3500 RPM diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} sfc &= 0,00001836 \times \frac{3500}{60} \times 0,5 \times 4 \\ &= 0,0000421 \text{ kg/kw-detik} \\ &= 151,56 \text{ gram/kw-jam} \end{aligned}$$

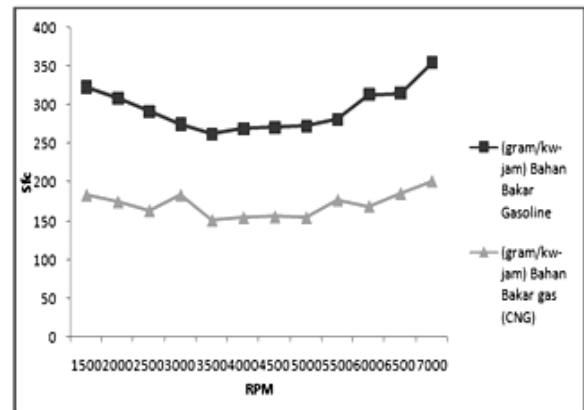
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Hasil Perbandingan Daya Keluaran (kW) vs varian putaran mesin

Dari gambar 3 mengilustrasikan dengan putaran bervariasi mulai dari 1500 rpm sampai 7000 rpm menunjukkan bahwa setiap putaran 1500 sampai putaran 7000 rpm mengalami penurunan Daya antara mobil yang menggunakan bahan bakar

gasoline dengan mobil yang menggunakan bahan bakar gas (CNG).



Gambar 4. Hasil Perbandingan Konsumsi bahan bakar (sfc) vs varian putaran mesin

Dari gambar 4, menunjukkan grafik konsumsi bahan bakar SfC (gram /KW –jam) diatas didapat hasil data analisa perbandingan, dengan putaran bervariasi mulai dari 1500 rpm sampai 7000 rpm menunjukkan bahwa setiap putaran 1500 sampai putaran 7000 rpm mengalami penurunan penggunaan bahan bakar yang cukup baik antara mobil yang menggunakan bahan bakar gasoline dengan mobil yang menggunakan bahan bakar gas (CNG).

KESIMPULAN

Hasil penelitian dari gambar 3 dan 4 diketahui pemakaian energy bahan bakar Gas lebih efisien sampai dengan 10% di banding dengan bahan bakar Gasoline. Dengan daya keseluruhan (kW) pada mesin berbahan bakar Gas lebih kecil 2% sampai 5% dibanding bahan bakar gasoline. Nilai ini menunjukkan performansi mesin dengan bahan bakar gas tidak sebaik dari mesin Gasoline.

DAFTAR PUSTAKA

Willard W. Pulkrabek, 2003. *Engineering Fundamentals Of Internal Combuction; 2nd edition*, Prentice Hall.

Moran, Michael J, and Shapiro N. Howard, 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 2*. Edisi keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Wiranto, Arismunandar. 1983. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. ITB.

Wyllen, Gordon Van. 1994. *Fundamental of Classical Thermodynais*.

PT. Astra Daihatsu Motor Training Center, 2010.

Data sheet dari PT. Astra Daihatsu Motor, diambil pada bulan April 2014.

Data sheet dari PT. Pertamina Gas Area SumBagSel, diambil pada bulan April 2014